

Method and apparatus for testing the integrity of filter elements.Patent Number: ☐ [EP0518250](#), [B1](#)

Publication date: 1992-12-16

Inventor(s): WEICH GERHARD (DE)

Applicant(s): PALL CORP (US)

Requested Patent: ☐ [DE4119040](#)

Application

Number: EP19920109644 19920609

Priority Number(s): DE19914119040 19910610

IPC Classification: B01D29/11; B01D29/96; B01D65/10

EC Classification: [B01D29/11D](#), [B01D65/10](#)Equivalents: CA2070110, ES2092597T, ☐ [IE76297](#), ☐ [IE921622](#), JP2597444B2, ☐ [JP5157679](#),
☐ [US5417101](#)Cited Documents: [EP0139202](#); [WO9004445](#); [GB2132366](#); [DE3805361](#)**Abstract**

A method and apparatus for testing the integrity of filter elements is provided. The filter assembly comprises a plurality of filter elements which are sub-divided into a plurality of sections. By measuring the gas flow rate under known pressure conditions through all of the sections or a selected portion of the sections, defective

filter elements can be isolated in a systematic manner. 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑩ DE 41 19 040 C 2

⑤1 Int. Cl.®:
B 01 D 27/10

②1 Akt nzeichen: P 41 19 040.8-27
②2 Anmeldetag: 10. 6. 91
④3 Offenlegungstag: 17. 12. 92
④6 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 1. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Pall Corp., Glen Cove, N.Y., US

⑦4 Vertreter:

Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg, Frohwitter,
Geissler & Partner Patent- und Rechtsanwälte, 81679
München

⑦2 Erfinder:

Weich, Gerhard, 83303 Dreieich, DE

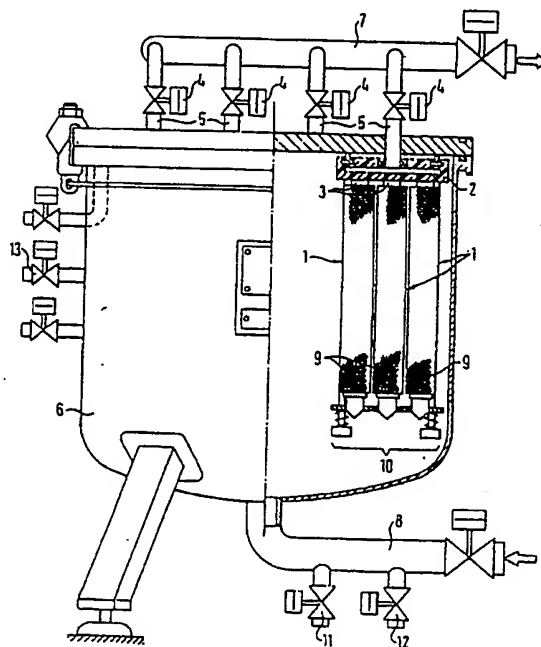
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 39 01 644 A1
DE 38 05 299 A1
US 45 11 471
EP 03 14 822 A1
JP 57-1 02 212 A

⑤4 Verfahren und Gerät zum Testen des Betriebszustands von Filterelementen

⑤7 Verfahren zum Testen des Betriebszustands von Filterelementen einer Filteranordnung, die eine Vielzahl von parallel geschalteten Filterelementen aufweist, die in eine Vielzahl von absperrbaren Abschnitten unterteilt sind, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- Benetzen des Filtermaterials der Vielzahl von Filterelementen mit Flüssigkeit,
- Beaufschlagen der Filterelemente mit dem benetzten Filtermaterial mit einem Gasdruck,
- Messen der gesamten Gasdurchflußrate durch das benetzte Filtermaterial aller der Vielzahl von Filterelementen,
- Bestimmen, ob die gemessene Durchflußrate von einer ersten erwünschten Durchflußrate um einen innerhalb eines ersten voreingestellten Bereichs liegenden Betrag abweicht, wobei eine in dem voreingestellten Bereich liegende Abweichung anzeigt, daß alle Filterelemente intakt sind, und wobei, wenn die gemessene gesamte Gasdurchflußrate die erste erwünschte Durchflußrate um einen Betrag übersteigt, der größer ist als der durch den ersten voreingestellten Bereich erlaubte Betrag, der Schritt (d) durch die Schritte gefolgt wird:
- Sperrern des Gasdurchgangs durch mindestens einen Abschnitt von Filterelementen, der einen Teil der Vielzahl von Filterelementen enthält,
- Messen der gesamten Gasdurchflußrate durch das benetzte Filtermaterial der restlichen Filterelemente,
- Bestimmen, ob die in Schritt f) gemessene Durchflußrate von einer zweiten erwünschten Durchflußrate, die der resultierenden verringerten Anzahl v n Filterelementen entspricht, um einen Betrag in einem zweiten voreingestellten Bereich abweicht, wobei eine Abweichung in dem zweiten voreingestellten Bereich anzeigt, daß ein Filterelement oder mehrere Filterelemente in dem mindestens einen Abschnitt von Schritt e) nicht intakt ist bzw. sind, und
- Weiterfortführen des Testverfahrens zur Lokalisierung des Abschnitts von Filterelementen, der ein oder mehrere defekte Filterelemente aufweist.



DE 41 19 040 C 2

DE 41 19 040 C 2

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Testen des Betriebszustandes von Filterelementen in einer Filteranordnung mit einer Vielzahl von Filterelementen sowie eine Filteranordnung zum Ausführen des Verfahrens. Die Erfindung ist anwendbar auf Filtersysteme mit einer sehr großen Anzahl von Filterelementen, wobei die Bestimmung eines der defekten Elemente unter so vielen Elementen schwierig wird.

Es sind Filtersysteme großer Dimension von unterschiedlichem Aufbau bekannt, in denen hundert oder mehr Filterelemente in einem einzigen großen Filtergehäuse angeordnet sind. Bei vielen Anwendungen, beispielsweise in der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie oder in der pharmazeutischen Industrie muß auch eine Filtration großen Ausmaßes unter sterilen Bedingungen ausgeführt werden. Nicht nur das Filtergehäuse, sondern auch die Filterelemente zusammen mit dem Filtermaterial müssen regelmäßig sterilisiert werden. Eine derartige Sterilisation, beispielsweise mit heißem Wasser oder Dampf durchgeführt, kann die Unversehrtheit des Filtermaterials zerstören, insbesondere wenn die Sterilisation häufig ausgeführt werden muß.

Eine Verschlechterung des Filtermaterials und/oder anderer Teile des Filterelements kann auch bei anderen Anwendungen auftreten, beispielsweise wenn chemisch aggressive Substanzen oder Gase hoher Temperatur zu filtern sind. Die Verschlechterung des Filterelements kann in der Form auftreten, daß das Filtermaterial selbst abgebaut wird, oder eine Verbindung des Filtermaterials mit dem Filtergehäuse kann defekt werden und als ein Bypass wirken, d. h. eine Öffnung tritt auf, die größer als eine Porengröße ist.

Bei großen Filtersystemen kann die Verschlechterung eines oder mehrerer einzelner Filterelemente zu einer substantiellen Bakterienverunreinigung des gefilterten Fluids und möglicherweise dem Stilllegen des Filtrationsbetriebs führen. Ein Auffinden des bestimmten Elements oder der Elemente, das bzw. die unter den hundert oder mehr Elementen verantwortlich ist bzw. sind, kann eine äußerst aufwendige Aufgabe sein, insbesondere wenn dies auf einer "trial-and-error"-Basis erfolgt. Es werden Mittel zum Orten der defekten Elemente auf systematische Weise benötigt.

Aus der DE-OS 38 05 299 sind Integralfilter zur Abscheidung aus Fluiden bekannt. Es wird vorgeschlagen, nur das flächenmäßig kleinste Filterelement in den Filterstufen zu testen. Ein Druckhaltetest wird vorgeschlagen.

Die DE-OS 39 01 644 beschreibt eine hydraulische Filtereinrichtung. Dabei wird eine Mikroprozessorsteuerungseinheit zur Durchführung von Test-, Reinigungs- und Sterilisationszyklen an einem Filterelement beschrieben.

Gemäß diesem Stande der Technik ist es nicht möglich, eine Vielzahl von parallel geschalteten Filterelementen im Betrieb auf Integrität zu testen und defekte Filterelemente in situ zu isolieren, wodurch eine Fortführung des Betriebs ohne die defekten Filterelemente unmittelbar nach dem Testen möglich würde.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Testen des Betriebszustandes einer großen Anzahl von Filterelementen zu schaffen, und eine Filteranordnung zum Ausführen des Verfahrens, durch das beschädigte Filterelemente auf eine schnelle, systematische und effiziente Weise isoliert werden können.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Testen des Betriebszustandes von Filterelementen geschaffen, wie es in den Ansprüchen definiert ist. Eine Vielzahl von zu testenden Filterelementen wird, vorzugsweise nach einem Sterilisationsvorgang, benetzt (vorzugsweise mit Wasser). Die Filterelemente mit benetztem Filtermaterial werden dann einem Gasdruck ausgesetzt, vorzugsweise einem Luftdruck, und die resultierende Gasdurchflußrate durch alle Filterelemente zusammen wird gemessen. Durch ein Vergleichen der gemessenen Durchflußrate mit einer ersten erwünschten Durchflußrate kann der Betriebszustand der Filterelemente der gesamten Anordnung bestimmt werden. Dies wird durch ein Berechnen der Größe der Abweichung der gemessenen Luftdurchflußrate von der ersten erwünschten Durchflußrate erreicht. Wenn die Abweichung innerhalb eines ersten voreingestellten Bereichs liegt, ist dies ein Anzeichen, daß alle Elemente intakt sind.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist, wenn die gemessene Gasdurchflußrate die erste erwünschte Durchflußrate um eine Größe übersteigt, die außerhalb des voreingestellten Bereichs liegt, dies ein Anzeichen, daß mindestens eines der Filterelemente defekt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird dann eine Gasdurchführung durch einen ersten Abschnitt, der nur einen Teil der Vielzahl von Filterelementen enthält, abgeschaltet. Die Durchflußrate durch die restlichen Filterelemente wird gemessen und mit einer zweiten erwünschten Durchflußrate verglichen, die der resultierenden reduzierten Anzahl von Filterelementen entspricht. Wenn dieser Vergleich zeigt, daß die gemessene Durchflußrate in einem zweiten voreingestellten Bereich liegt, zeigt dies an, daß die reduzierte Anzahl von Filterelementen intakt ist, während die Suche nach einem defekten Element oder defekten Elementen in dem ersten Abschnitt von Elementen lokalisiert ist, der bei dem Test abgeschaltet wurde.

Wenn jedoch das defekte Element oder die defekten Elemente nicht in diesem ersten Abschnitt abgeschalteter Elemente gefunden wird, wird das obige Verfahren durch aufeinanderfolgendes Abschalten der Gasdurchführung in weiteren Bereichen wiederholt, bis jener Abschnitt gefunden ist, der das defekte Element oder die defekten Elemente aufweist. Das Testverfahren hat den Vorteil, daß einzelne Abschnitte einer großen Anzahl von Filterelementen auf eine systematische Art überprüft werden können. Wenn der defekte Abschnitt einmal isoliert ist, können die einzelnen Elemente dieses Abschnitts in kleinerer Anzahl schnell getestet werden.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird auch eine Filteranordnung zum Ausführen des obigen Verfahrens geschaffen, wie es in den Ansprüchen definiert ist. Die Filteranordnung weist eine Vielzahl von Filterelementen auf, wobei die Elemente in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilt sind, von denen jeder einen Teil der Filterelemente enthält. Jeder Abschnitt ist mit einem Auslaßkopfstück versehen, das mit den einzelnen Auslaßöffnungen jedes der Filterelemente in seinem Abschnitt verbunden ist. Die Anordnung weist weiterhin eine Ventileinrichtung auf, die in einer Auslaßleitung angeordnet ist, die mit jedem der Auslaßkopfstücke verbunden ist. Mit dieser Ventileinrichtung kann während des Testverfahrens ein Gasfluß zu irgendeinem bestimmten Abschnitt abgeschaltet werden. Diese Anordnung ermöglicht die Isolierung einzelner Gruppen von Elementen, was ein enormer zeitsparender Vorteil beim Lokalisieren einzelner beschädigter Elemente ist.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die Vielzahl von Filterelementen in einem gemeinsamen Gefäß angeordnet, das das zu filternde Fluid enthält, wobei jedes Filterelement eine Filtermaterialoberfläche aufweist, die direkt mit dem einfließenden Fluid in Kontakt steht. Diese Anordnung der Filter bewirkt, daß der während des Zustandstests an die Filtereinlaßoberfläche angelegte Gasdruck für alle Filterelemente der gleiche ist.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist herausgefunden worden, daß die Abschnitte der Filterelemente vorzugsweise zwei bis fünfzehn Filterelemente aufweisen sollten, und insbesondere drei bis sieben Filterelemente.

Weitere Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch die folgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich werden.

Fig. 1 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Filteranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2a bis 2d zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Filteranordnung gemäß der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 ist eine Filteranordnung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt. Eine Vielzahl von Filterelementen 1 ist in einem Gehäuse angeordnet, das in Form eines großen Gefäßes 6 gezeigt ist. Eine Einlaßleitung 8 steht mit dem Innenraum des Gefäßes 6 in Verbindung. Nach einem Durchlaufen der Filterelemente 1 verläßt das Filtrat das Gefäß 6 über die Leitungen 5. Eine Auslaßleitung 7 sammelt das ausströmende Filtrat. Die grundlegenden Elemente der oben beschriebenen Filteranordnung sind in Fig. 2 in einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt, wobei der Einlaß und der Auslaß des zu filternden Fluids unter dem Gefäß 6 angeordnet sind, das die Filterelemente 1 enthält.

Die Filteranordnung gemäß der Erfindung weist weiterhin ein Auslaßkopfstück 2 auf, das mit einzelnen Auslaßöffnungen 3 der Filterelemente 1 verbunden ist. Die Filterelemente sind in eine Anzahl von Abschnitten 10 aufgeteilt, von denen jeder ein Auslaßkopfstück 2 aufweist. In Fig. 1 ist nur ein Abschnitt dargestellt. Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 sind sechs Abschnitte von Filterelementen dargestellt, wie es am besten in Fig. 2c zu sehen ist. Die Filteranordnung weist weiterhin eine Ventileinrichtung 4 auf, die jeweils in den Auslaßleitungen 5 angeordnet ist, die jeweils mit den Auslaßkopfstücken 2 verbunden sind.

Die Ventileinrichtung kann irgendein geeigneter Ventiltyp sein, bevorzugt werden Ventile, die in einem von einem Computer gesteuerten automatisierten System verwendet werden können. Derartige Ventile sind beispielsweise Kugelhähne, Klappen- bzw. Scharnierventile oder Membranventile. Die Kopfstücke oder Anpassungsstücke 2 sind zum Verbinden mit den Auslaßöffnungen 3 einer vorbestimmten Anzahl von Filterelementen 1 entwickelt. Bei dieser Anordnung kann ein Gasdurchfluß durch alle Elemente 1 in dem Abschnitt 10 durch ein einziges Ventil 4 in der Auslaßleitung 5 gesteuert werden. Es können auch mehrere Abschnitte 10 von Filterelementen gleichzeitig abgeschaltet werden. Die Filterelemente in derartigen Filtersystemen sind im allgemeinen zylinderförmig, wobei der äußere Teil des Zylinders aus dem Filtermaterial hergestellt ist. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, ist die äußere Oberfläche 9 des Filtermaterials in direktem Kontakt mit dem Inneren des Gefäßes 6. Die Filterelemente können auf irgendeine zweckmäßige Art auf das Auslaßkopfstück 2 montiert sein. Das Auslaßkopfstück ist vorzugsweise aus synthe-

tischem Material gebildet, wobei PVCF besonders bevorzugt ist.

Die Filteranordnung der vorliegenden Erfindung ist für Anwendungen in der Industrie geeignet, wo die Filterelemente durch Reinigungs-, Dekontaminierungs- oder Sterilisierungsverfahren beschädigt werden können, die aus Gründen der Produktqualität notwendig sind. Beispielsweise sind in der Getränkeindustrie völlig sterile Bedingungen erforderlich. Nach einer Produktionszeit, d. h. einer Filtrationsbetriebszeit, von einem oder mehreren Tagen müssen derartige Systeme entleert und einer Sterilisierungsbehandlung unterzogen werden. Die Filterelemente können aufgrund der hohen Temperaturen und des hohen Drucks beschädigt werden, die bei der Sterilisierung angewandt werden, die normalerweise mit Dampf und/oder heißem Wasser ausgeführt wird. Wenn die Filterelemente einer derartigen Behandlung nicht aushalten oder ihre Materialstruktur verändert wird, ist die spezifizierte und nachgewiesene Filtereffizienz nicht länger verfügbar, wenn der normale Produktionsbetrieb des Systems wieder aufgenommen wird.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Betriebszustand der Filterelemente zu diesem Zeitpunkt getestet werden, d. h. vor einer Wiederaufnahme des Filterbetriebs. Gemäß dem vorliegenden Verfahren wird der Betriebszustand der Filterelemente getestet, indem von einer Filteranordnung Gebrauch gemacht wird, die in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilt ist, wie es oben beschrieben ist. Der Test basiert auf Gasdiffusion und der Messung der gesamten Durchflußrate (bulk flow) durch mit Flüssigkeit benetzte Filterelemente. Eine wichtige Anwendung dieses Verfahrens besteht in einem Betreiben steriler Filter, wobei Mikroorganismen durch das Filtermaterial zurückgehalten werden sollten. In diesem Fall muß die Porengröße des Filtermaterials entsprechend klein bleiben; anders ausgedrückt sollte die Sterilisierungsbehandlung die Porengrößen nicht zu dem Ausmaß vergrößern, daß Mikroorganismen durch das Filtermaterial gehen könnten.

Der Betriebszustand der Elemente wird dadurch bestimmt, daß zuerst das Filtermaterial benetzt wird, und zwar vorzugsweise mit Wasser für hydrophile bzw. wasseranziehende Membrane. Wenn das Filtermaterial hydrophob bzw. wasserabweisend ist, ist das benetzende Mittel vorzugsweise ein Lösungsmittel oder Alkohol oder eine Flüssigkeitsmischung mit geringer Oberflächenspannung. Das Benetzen kann durchgeführt werden durch Füllen des Gefäßes 6 mit dem benetzten Mittel über eine Einlaßverbindung 11 und darauffolgendes Trockenlegen des Gefäßes über eine Auslaßverbindung 12. Das benetzende Mittel wird in Abhängigkeit von dem Filtrationsproblem und dem entsprechend ausgewählten Filtermaterial gewählt.

Nach dem Benetzen werden die Filterelemente einem Fluiddruck ausgesetzt. Das Testfluid kann über die Durchführung 13 der Fig. 1 zugeführt werden. Abhängig von der Anwendung kann das Fluid ein Gas oder eine Flüssigkeit sein, obwohl ein Gas besonders bevorzugt ist. Geeignete Gase sind beispielsweise Luft oder Stickstoff.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist Luft das bevorzugte Gasmedium. Das Gas wird dem Inneren des Gefäßes bei einem Druck im Bereich von 50 bis 6000 mbar zugeführt. Beim Zuführen des Gases sind die Ventile 4 in den Auslaßleitungen 5 offengehalten. Der Druck des zugeführten Gases wird während des Testverfahrens vorzugsweise auf einem konstanten Wert

gehalten.

Die resultierende Gasdurchflußrate durch das benetzte Filtermaterial aller der Vielzahl von Filterelementen 1 wird dann durch eine Meßvorrichtung (nicht gezeigt) gemessen. Diese gemessene Durchflußrate wird mit einer erwünschten Durchflußrate verglichen, die der Situation entspricht, in der die Filter im intakten Zustand sind. Diese erwünschte Durchflußrate kann auch so eingestellt sein, daß eine mögliche Verstopfung des Filterelements durch vorherigen Gebrauch in Betracht gezogen wird. Auch andere Betriebsparameter, beispielsweise der Filtertyp oder wie lang er im Betrieb gewesen ist, werden diesen Wert bestimmen. Wenn die Abweichung der gemessenen Durchflußrate von der ersten erwünschten Durchflußrate in einem ersten voreingestellten Bereich liegt, zeigt dies an, daß alle Filterelemente intakt sind, und der Betriebszustandstest wird mit einem positiven Ergebnis beendet.

Andererseits wird, wenn die gemessene Gasdurchflußrate die erste erwünschte Durchflußrate um einen Betrag übersteigt, der größer ist als es durch den ersten voreingestellten Steuerbereich zugelassen ist, das Testverfahren weiter fortgeführt, um die defekten Elemente zu lokalisieren. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Gasdurchgang mittels der Ventile 4 durch mindestens einen Abschnitt der Filterelemente abgeschaltet, der einen Teil der Vielzahl der Filterelemente enthält. Wie oben gezeigt ist, kann irgendeiner der Abschnitte 10 oder mehrere derartige Abschnitte gleichzeitig durch Betätigung der einzelnen Ventile 4 abgeschaltet werden, wie es am besten in Fig. 2 zu sehen ist.

Nachdem mindestens ein Abschnitt abgeschaltet ist, wird nun die Gasdurchflußrate durch das benetzte Filtermaterial der übrigen Filterelemente gemessen. Diese neue Durchflußrate wird dann mit einer zweiten erwünschten Durchflußrate verglichen, die der resultierenden verringerten Anzahl von Filterelementen entspricht, die für eine Gasdurchführung verfügbar sind. Aus diesem Vergleich wird die Abweichung bestimmt und mit einem zweiten voreingestellten Bereich verglichen, der auch unterschiedlich von dem ersten voreingestellten Bereich sein kann, in Abhängigkeit von der Anzahl der verfügbaren Filterelemente. Wenn diese Abweichung in dem zweiten voreingestellten Bereich liegt, zeigt dies an, daß die durchlaufenen Filterelemente intakt sind, während der eine oder mehrere Abschnitte von Filterelementen, der bzw. die abgeschaltet worden ist bzw. sind, die defekten Elemente enthalten muß bzw. müssen.

Wenn andererseits die neu gemessene Durchflußrate die zweite erwünschte Durchflußrate um einen Betrag übersteigt, der außerhalb des zugelassenen Bereichs liegt, werden die obigen Schritte wiederholt, wobei die Gasdurchführung für aufeinanderfolgende einzelne Abschnitte oder möglicherweise weitere Gruppen von Abschnitten abgeschaltet ist, bis ein einziger Abschnitt von Filterelementen lokalisiert ist, der das defekte Element oder die defekten Elemente aufweist.

Die besondere Auswahl, welcher Abschnitt oder welche Gruppe von Abschnitten zuerst abgeschaltet wird, oder welche Abschnitte an welchen Stellen in dem Gefäß in welcher Reihenfolge abgeschaltet werden, wird von der besonderen Anwendung abhängen. Dies kann auch von dem Betreiber des Filtrationssystems abhängen, der weiß, welche Gruppen oder Abschnitte von Elementen in dem System länger betrieben worden sind und es wahrscheinlich ist, daß sie ihre Filtrationsfähigkeit verloren haben.

Nachdem der einzelne Abschnitt mit defekten Elementen lokalisiert ist, können die einzelnen Elemente eins nach dem anderen untersucht werden. Es ist experimentell herausgefunden worden, daß ein zuverlässiger Betriebszustandstest durchgeführt werden kann, wenn in jedem Abschnitt bis zu 40 Filterelemente enthalten sind. Gegenwärtig wird bevorzugt, daß jeder Abschnitt 2 bis 15 Filterelemente aufweist, wobei 3 bis 7 Filterelemente besonders bevorzugt werden.

Das vorliegende Verfahren ist insbesondere geeignet für sterile Filtrationssysteme, wo das Filtermaterial der Filterelemente vom Membrantyp ist. Ein derartiges Filtermembranmaterial wird eine Barriere gegenüber Bakterien oder Mikroorganismen darstellen, die möglicherweise in dem zu filternden Fluid enthalten sind. Das vorliegende Verfahren und die Filteranordnung dafür sind insbesondere für eine Anwendung in der Getränkeindustrie und der pharmazeutischen Industrie geeignet, aber nicht darauf beschränkt.

Es ist auch daran gedacht, das gesamte Verfahren vollständig zu automatisieren. Die notwendige Hilfsmechanik zum Steuern der Ventile für einen Gaseinlaß und -auslaß gehört zu dem Filtrationssystem. Mittel für die Messung von Durchflußraten sind aus dem Stand der Technik gut bekannt. Berechnungsmittel zum Durchführen der Vergleiche der gemessenen und der erwünschten Durchflußrate sind bei Systemsteuerungen auch gut bekannt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Testen des Betriebszustands von Filterelementen einer Filteranordnung, die eine Vielzahl von parallel geschalteten Filterelementen aufweist, die in eine Vielzahl von absperrbaren Abschnitten unterteilt sind, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

- a) Benetzen des Filtermaterials der Vielzahl von Filterelementen mit Flüssigkeit,
- b) Beaufschlagen der Filterelemente mit dem benetzten Filtermaterial mit einem Gasdruck,
- c) Messen der gesamten Gasdurchflußrate durch das benetzte Filtermaterial aller der Vielzahl von Filterelementen,
- d) Bestimmen, ob die gemessene Durchflußrate von einer ersten erwünschten Durchflußrate um einen innerhalb eines ersten voreingestellten Bereichs liegenden Betrag abweicht, wobei eine in dem voreingestellten Bereich liegende Abweichung anzeigt, daß alle Filterelemente intakt sind, und wobei, wenn die gemessene gesamte Gasdurchflußrate die erste erwünschte Durchflußrate um einen Betrag übersteigt, der größer ist als der durch den ersten voreingestellten Bereich erlaubte Betrag, der Schritt (d) durch die Schritte gefolgt wird:
- e) Sperren des Gasdurchgangs durch mindestens einen Abschnitt von Filterelementen, der einen Teil der Vielzahl von Filterelementen enthält,
- f) Messen der gesamten Gasdurchflußrate durch das benetzte Filtermaterial der restlichen Filterelemente,
- g) Bestimmen, ob die in Schritt f) gemessene Durchflußrate von einer zweiten erwünschten Durchflußrate, die der resultierenden verringerten Anzahl von Filterelementen entspricht,

um einen Betrag in einem zweiten voreingestellten Bereich abweicht, wobei eine Abweichung in dem zweiten voreingestellten Bereich anzeigt, daß ein Filterelement oder mehrere Filterelemente in dem mindestens einen Abschnitt von Schritt e) nicht intakt ist bzw. sind, und

h) Weiterfortführen des Testverfahrens zur Lokalisierung des Abschnitts von Filterelementen, der ein oder mehrere defekte Filterelemente aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei, wenn die gemessene gesamte Gasdurchflußrate von Schritt f) die zweite erwünschte Durchflußrate um einen Betrag übersteigt, der größer als der zweite voreingestellte Bereich ist, die Schritte e), f) und g) wiederholt werden, während der Gasdurchgang im Schritt e) für andere Abschnitte der Vielzahl von Filterelementen abgeschnitten wird, bis eine Abweichung im Schritt g) gefunden wird, die einen einzigen Abschnitt von Filterelementen anzeigt, in dem mindestens ein Filterelement nicht intakt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Gasdruck in dem Bereich von 50 bis 6000 mbar liegt.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Gasdruck auf einem konstanten Wert gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Gas Luft ist.

6. Filteranordnung zum Ausführen des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, die aufweist:

eine Vielzahl von Filterelementen (1), wobei die Vielzahl von Filterelementen in eine Vielzahl von Abschnitten (10) aufgeteilt ist, von denen jeder einen Teil der Filterelemente enthält,

ein Auslaßkopfstück (2), das jeweils mit jedem der Abschnitte (10) verbunden ist, wobei das Kopfstück jeweils mit den einzelnen Auslaßöffnungen (3) der Filterelemente in jedem Abschnitt in Verbindung steht,

eine Ventileinrichtung (4), die in einer Auslaßleitung (5) angeordnet ist, die jeweils mit jedem Auslaßkopfstück (2) verbunden ist, und

eine Meßeinrichtung, die die Gasdurchflußrate durch die Filterelementabschnitte, die nicht durch die Ventileinrichtung (4) abgeschaltet sind, mißt.

7. Filteranordnung nach Anspruch 6, wobei die Vielzahl von Filterelementen (1) in einem gemeinsamen Gefäß (6) angeordnet ist, das das zu filternde Fluid enthält, wobei jedes Filterelement eine Filtermaterialoberfläche (9) aufweist, die in direktem Kontakt mit dem zu filternden Fluid steht.

8. Filteranordnung nach Anspruch 6 oder 7, wobei jeder Abschnitt von Filterelementen, der jeweils mit dem Auslaßkopfstück (2) verbunden ist, 2 bis 15 Filterelemente, und insbesondere 3 bis 7 Filterelemente aufweist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

Fig. 1

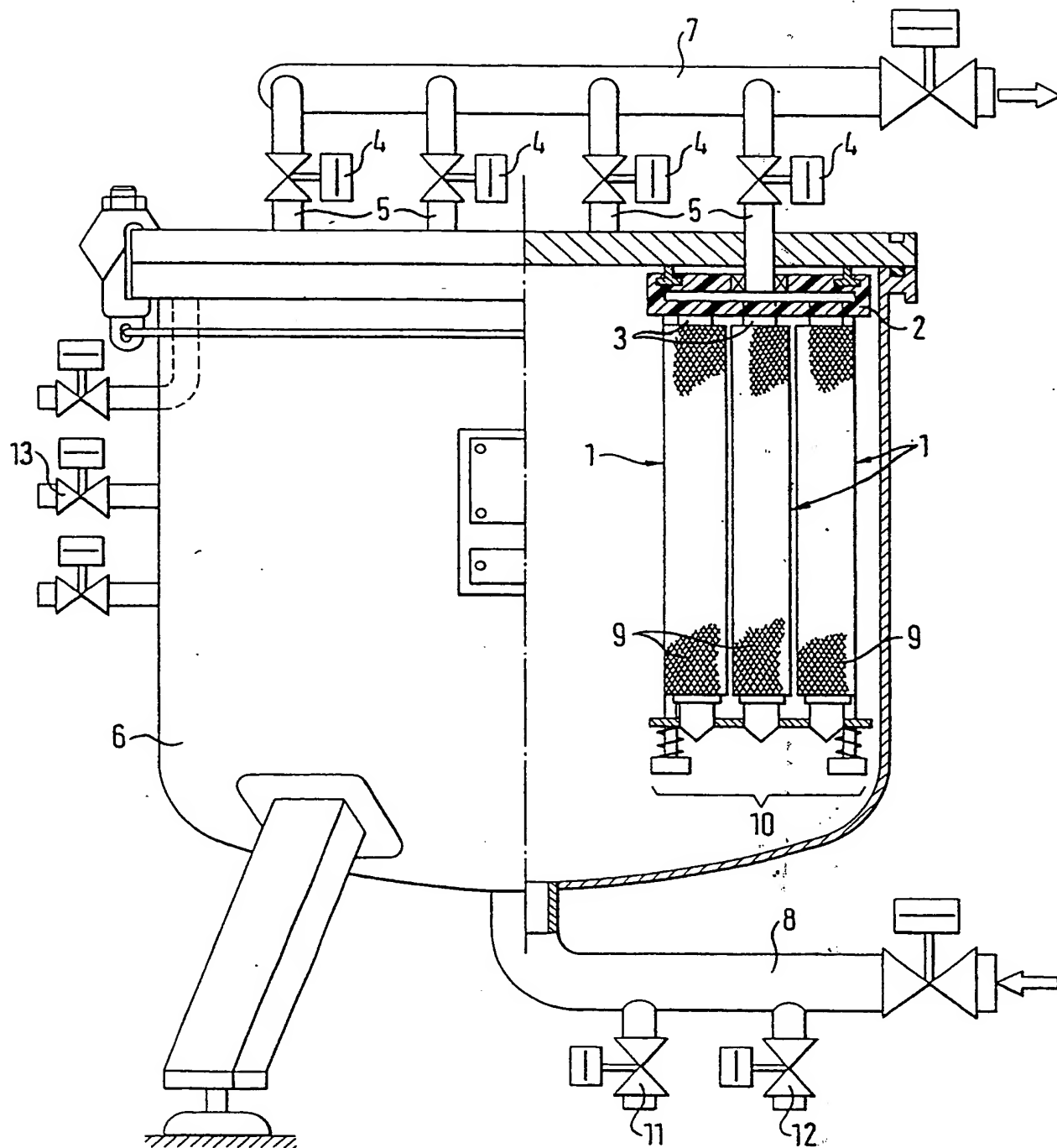


Fig. 2a

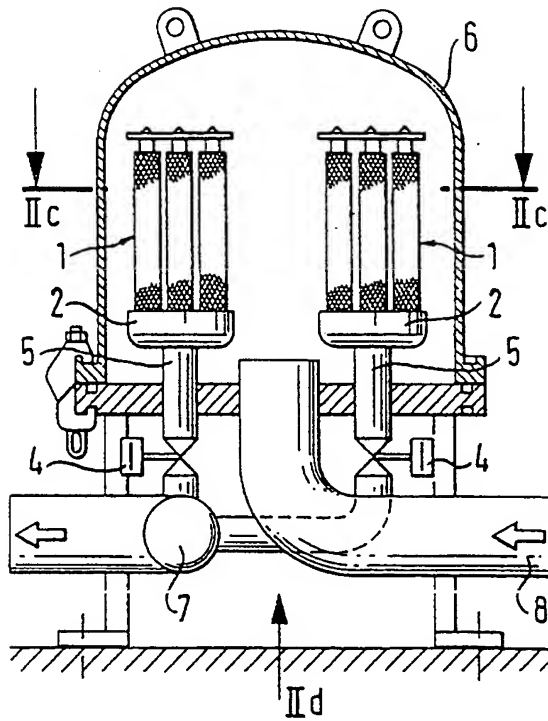


Fig. 2b

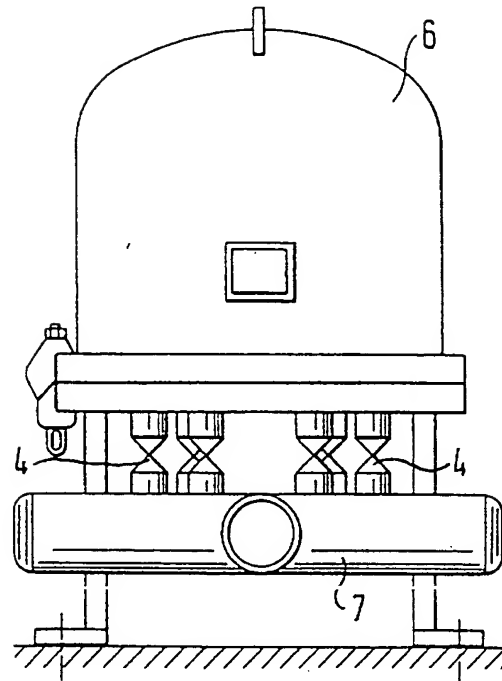


Fig. 2c

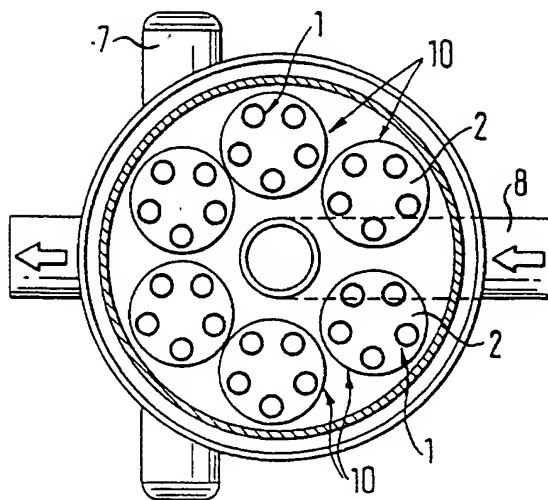


Fig. 2d

